Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.2 15 de febrero - 31 de marzo, 2015 p. 421-425

Baroyeca Oro C2013: nueva variedad de trigo duro para su cultivo en el noroeste de México*

Baroyeca Oro C2013: new durum wheat variety for cultivation in northwest Mexico

Gabriela Chávez Villalba[1§], Miguel Alfonso Camacho Casas[1], Pedro Figueroa López[1], Guillermo Fuentes Dávila[1], José Luis Félix Fuentes[1] y Beatriz Adriana Villa Aragón[1]

[1]Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP. Norman E. Borlaug km 12. A. P. 155. Ciudad Obregón, Sonora. C. P. 85000. Tel: 644 4 14 57 00. (camacho.miguel@inifap.gob.mx; figueroa.pedro@inifap.gob.mx; fuentes.guillermo@inifap.gob.mx; felix.joseluis@inifap.gob.mx; betikita12@hotmail.com). [§]Autora para correspondencia: chavez.gabriela@inifap.gob.mx.

Resumen

La producción de trigo en el noroeste de México, ha evolucionado positivamente desde la década de los años 90's del siglo próximo pasado, apoyada en los altos rendimientos, en la mejora de los atributos de calidad industrial y en la superficie que se destina para su siembra. A nivel mundial, si bien el trigo cristalino o duro (*Triticum durum* Desf.) es la segunda especie en importancia dentro de los trigos cultivados, su consumo en la primera década del siglo XXI, ha crecido 1% frente al 1.3% del tipo panadero, aunque en algunos países tales como Argelia, Marruecos, Turquía e Italia la importancia del de esta clase de trigo es sustancialmente mayor. En el mundo se siembran alrededor de 18 millones de hectáreas del tipo duro, que aportan aproximadamente 30 millones de toneladas de grano con oscilaciones anuales importantes (25 a 34 millones de toneladas) INTA, 2001. En Sonora se producen aproximadamente 1.5 millones de toneladas anuales (promedio de los últimos 3 ciclos) de este tipo de trigo, de las cuales aproximadamente 50% se destina a la exportación. El cereal de esta región es tradicionalmente considerado de alta calidad, principalmente por razones climáticas y por las variedades que se siembran. Sin embargo, los cambios tecnológicos de las industrias semoleras y harineras (molienda, centrifugado, secado etc.), hizo que los requerimientos de calidad industrial fueran cambiando. Por

* Recibido: octubre de 2014
Aceptado: enero de 2015

Abstract

Wheat production in northwestern Mexico has evolved positively since early 90's, supported by high yields, improving the attributes of industrial quality and the surface that is intended for planting. Globally, although durum wheat (*Triticum durum* Desf.) is the second most important species in wheat cultivation, its consumption in the first decade of the 21st century, grew 1% versus 1.3% the baking type although in some countries such as Algeria, Morocco, Turkey and Italy the importance of this kind of wheat is substantially higher; globally about 18 million hectares of durum wheat are cultivated, which provide approximately 30 million tons of grain with significant annual fluctuations (25 to 34 million tonnes) INTA, 2001. Sonora produces around of 1.5 million tons per year (average of the last 3 cycles) of this type of wheat, of which approximately 50% is exported. The grain of this region is traditionally considered high quality, mainly due to weather conditions and varieties grown. However, technological changes of semolina and flour milling industries (milling, centrifugation, drying etc.), made that industrial quality requirements were changing. For example, currently requires a more uniform particle size, it is estimated that the optimum grain size is 200 to 400 μ from 70 and 90% of semolina produced. In the past it required thick semolina, currently new milling technologies produce

ejemplo, actualmente se requiere de una granulometría más uniforme, se estima que lo óptimo es que, entre 70 y 90% de la sémola producida, corresponda a partículas de 200 a 400 µ. En antaño se requería de sémolas gruesas, actualmente las nuevas tecnologías de molienda producen sémolas más finas, que son más adecuadas para una buena hidratación en el proceso de amasado ya que las sémolas gruesas no se hidratan correctamente y producen manchas blancas en las pastas. Se requiere también de variedades con mayores contenidos de pigmento amarillo en las semolas, porque a menor tamaño de partícula en estas, más bajo será el color amarillo tan deseado en las pastas. Estos parámetros están fuertemente influenciados directa o indirectamente por la vitreosidad, panza blanca y contenido de proteína en el grano. Por lo que los programas de mejoramiento genético de trigo requieren nuevas variedades con parámetros de calidad adecuadas para los diferentes procesos industriales. El programa de mejoramiento genético de trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), liberó una nueva variedad de trigo duro, Baroyeca Oro C2013.

Palabras clave: calidad, trigo duro, variedad.

La variedad de trigo duro Baroyeca Oro C2013 fue registrada de acuerdo con la Ley Federal de Producción Certificación y Comercio de Semillas vigente en México. Para fines de certificación de semillas, esta nueva variedad cuenta con el registro 2844-TRI-137-120713/C del Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) y fue obtenida por hibridación y la combinación de selección masal e individual de la cruza entre los progenitores.

ARMENT//2*SOOTY_9/RASCON_37 y CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/

SNITAN, cuyo número de cruza e historial de selección es: CDSS02B00643S-0Y-0M-1Y-4M-04Y-0B (Cuadro 1). Durante el proceso de selección, desde F_1 hasta F_6 se alternaron las generaciones en las estaciones experimentales del Valle del Yaqui, Sonora durante el invierno, y en San Antonio Atizapán, y el Batán en el Estado de México durante el verano. En la generación F_6 se cosechó en forma masal al considerarse fenotípicamente uniforme. A partir del ciclo 2009- 2010 se inició la evaluación del rendimiento y la calidad industrial del grano de Baroyeca Oro C2013 en el Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) utilizando como testigo de

finer semolina, which are more suitable for good hydration in the kneading process since thick semolina do not hydrate properly and produce white spots on pasta. It also requires varieties with higher contents of yellow pigment in semolina, because the smaller the particles size in these, the lower the yellowing will be in pasta. These parameters are strongly influenced directly or indirectly by vitrosity, yellow belly and protein content in grain. Breeding programs require new wheat varieties with quality parameters suitable for different industrial processes. The breeding program from the Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) belonging to the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), in collaboration with the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), released a new variety of durum wheat, Baroyeca Oro C2013.

Keywords: quality, durum wheat variety.

Baroyeca Oro C2013 a durum wheat was registered in accordance with the Federal Law of Production Certification and Seed Trade current in Mexico. For purposes of seed certification, this new variety has the record 2844-TRI-137-120713/C from the Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) and was obtained by hybridization and combination of mass and individual selection from the cross between the parents.

ARMENT//2*SOOTY_9/RASCON_37 and CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/

SNITAN, cross number and selection history is: CDSS02B00643S-0Y-0M-1Y-4M-04Y-0B (Table 1). During the selection process, from F_1 to F_6 the generations were alternated in experimental stations in the Yaqui Valley, Sonora during the winter, and in San Antonio Atizapán, and El Bataan in the State of Mexico during the summer. In F_6 was harvested as mass to be considered phenotypically uniform. From 2009- 2010 began yield and industrial quality evaluations of Baroyeca Oro C2013 in the Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) using as control for comparison Cirno C2008. In each cycle trials were carried out in four planting dates; with two and four auxiliary irrigations within each date. During the 2011- 2012 and 2012- 2013 cycles, was evaluated on farms in different localities from the Yaqui Valley, Sonora.

The growth habit of stems is erect and the frequency with curved flag leaf is absent or very low. At the beginning of anthesis, the sheath and underside of flag leaf show strong wax content. The spike is pigmented, pyramidal,

comparación la variedad CIRNO C2008. En cada ciclo los ensayos se llevaron a cabo en cuatro fechas de siembra; con dos y cuatro riegos de auxilio dentro de cada fecha. Durante los ciclos 2011- 2012 y 2012- 2013, se evaluó en predios de diferentes localidades del Valle del Yaqui, Sonora.

with average density and its length, excluding the awn is medium, than compared with spike are longer. The spike has a pyramidal shape, medium density and length excluding the awn that compared with the spike is longer. Wax intensity or glaucosity in spike is strong and has weak pubescence in the area of the first segment of the rachis (on convex surface). Awns are brown (Figure 1), which are distributed throughout spike and have no anthocyanin coloration. In the middle third of the spike, its shoulder is narrow shaped predominantly inclined, and the length of the tip is medium and its shape is slightly curved. The grain is semi-elliptical; the length of brush pubescence in dorsal view is short and does not develop color when treated with phenol.

Cuadro 1. Historia de selección y evaluación de la variedad Baroyeca Oro C2013.
Table 1. Selection history and evaluation of Baroyeca Oro C2013.

Actividad	Localidad	Ciclo
Cruza genérica	El Batán	P-V 2002
Generación F_1	Valle del Yaqui	O-I 2002-2003
Generación F_2	Atizapán	P-V 2003
Generación F_3	Valle del Yaqui	O-I 2003-2004
Generación F_4	Atizapán	P-V 2005
Generación F_5	Valle del Yaqui	O-I 2005-2006
Generación F_6	El Batán	P-V 2007
Ensayo de rendimiento por el CIMMYT	Valle del Yaqui	O-I 2007-2008
Ensayo de rendimiento por el INIFAP	Valle del Yaqui	O-I 2009-2010
		O-I 2010-2011
		O-I 2011-2012

TR= temporal regular; RN= riego normal; P-V= primavera-verano; O-I= otoño-invierno.

El hábito de crecimiento de los tallos es erecto y la frecuencia con hojas bandera curvadas es ausente o muy baja. Al inicio de la antesis, la vaina y el envés de la hoja bandera presentan un contenido de cera fuerte. La espiga es pigmentada, piramidal, con densidad media y su longitud, excluyendo las aristas o barbas, que comparadas con la espiga son más largas es mediana. La espiga es de forma piramidal, densidad y longitud mediana, excluyendo las barbas que comparadas con la espiga son más largas. La intensidad de la cera o glauescencia en la espiga es fuerte y mantiene una vellosidad débil en el margen del primer segmento del raquis (en la superficie convexa). Las barbas son cafés (Figura 1.), las cuales se distribuyen en toda la espiga y no presentan coloración de antocianinas. En el tercio medio de la espiga, su hombro es angosto con forma predominantemente inclinada, y la longitud de su punta o pico es mediana y su forma ligeramente curva. El grano es de forma semi-elíptica, la longitud de la pubescencia de su brocha en vista dorsal es corta y no desarrolla coloración al ser tratado con fenol.



Figura 1. Espiga de Baroyeca pigmentada, con barbas cafés y presencia de pubescencia.
Figure 1. Pigmented Baroyeca spike, with brown awns and presence of pubescence.

Las evaluaciones de rendimiento y calidad industrial, son las actividades principales en el área de investigación de trigo duro y, aunque estos parámetros están controlados por factores genéticos, las condiciones ambientales, la fecha de siembra, así como la etapa de aplicación del nitrógeno a la planta y la cantidad aplicada influyen considerablemente sobre la expresión de las variables mencionadas (Rao *et al*., 1993).

Yield and industrial quality evaluations, are the main activities in the research area of durum wheat and although these parameters are controlled by genetic factors,

Dichas variables se evaluaron durante tres años en el CENEB, iniciándose a partir del ciclo 2009-2010 hasta 2011- 2012. En el primer ciclo, Baroyeca Oro C2013 mostró un rendimiento promedio de 7 y CIRNO C2008 6.6 t ha^{-1}, en los períodos siguientes los rendimientos de Baroyeca Oro C2013 fueron de 4.7 y 5.8 t ha^{-1}, con un promedio de 5.8, mientras que para CIRNO C2008 fueron de 4.8, 5.7 y 5.7 t ha^{-1} promediando 5.7 t ha^{-1}. Tanto Baroyeca Oro C2013 como la variedad testigo, registraron mejor rendimiento al sembrarse el 15 de noviembre y 01 de diciembre, en el Campo Experimental Norman E. Borlaug. En parcelas de validación conducidas por el Dr. Ivan Ortíz Monasterio de CIMMYT durante los ciclos 2011- 2012 y 2012- 2013 en el Valle del Yaqui, Baroyeca Oro C2013, presentó un rendimiento ligeramente inferior (1.5%) al obtenido por la variedad CIRNO C2008 con 8.83 y 8.96 t ha^{-1} respectivamente.

Su peso específico promedio de 83 kg hL^{-1} supera en 8 unidades el peso hectolítrico requerido para trigo cristalino en el máximo grado que marca la Norma Mexicana NMX-FF-036-1996 que regula la comercialización de trigo a nivel nacional (DGN 1996), en la que se establece un mínimo de 74 kg hL^{-1} para el grado de calidad México 1. Bajo condiciones de manejo con riego normal, el peso de mil granos varió entre 43.3 a 53 g en función de la fecha de siembra. Tanto el peso hectolítrico como el tamaño del grano, son indicadores de un alto rendimiento de semolina y una relación favorable entre sémolas y salvado (INTA, 1999).

Este factor es probablemente de mayor importancia para la extracción de sémola que de harina, porque los granos grandes deberían dar rendimientos más altos de sémolas gruesas, aunque la validez de estos parámetros para predecir rendimientos de semolina se ve afectada por la heterogeneidad del tamaño del grano, presencia de panza blanca y la forma del grano. El contenido de proteína en el grano está fuertemente asociado con un aspecto vítreo y textura dura. Baroyeca Oro C2013 produce un elevado porcentaje de granos vitreos (Figura 2), este atributo y el contenido de proteína son los principales factores que determinan el valor del trigo duro. La industria elaboradora de pastas y fideos requiere concentraciones de proteína de 13% en grano para asegurar al menos un porcentaje de 12% en la sémola y en la pasta (Clarcke, 2000). Baroyeca Oro C2013, promedio 12.1% de proteína en grano, y este valor es aproximadamente 1% inferior al de la variedad testigo CIRNO C2008 (13.1%).

environmental conditions, planting date, and plant stage for nitrogen application and applied amount, has a significant effect on the expression of these variables (Rao *et al*., 1993).

These variables were evaluated for three years in CENEB, starting from 2009-2010 until 2011- 2012 cycle. In the first cycle, Baroyeca Oro C2013 showed an average yield of 7 and Cirno C2008 6.6 t ha^{-1}, in the following periods Baroyeca Oro C2013 yielded 4.7 and 5.8 t ha^{-1}, with an average of 5.8, while Cirno C2008 had 4.8, 5.7 and 5.7 t ha^{-1} averaging 5.7 t ha^{-1}; both Baroyeca Oro C2013 and control, showed better yield when planted on November 15 and December 1st in the Experimental field Norman E. Borlaug. In validation plots conducted by Dr. Ivan Ortiz Monasterio from CIMMYT during 2011- 2012 and 2012- 2013 cycles in the Yaqui Valley, Oro Baroyeca C2013, had a slightly lower yield (1.5%) to that obtained by Cirno C2008 with 8.83 and 8.96 t ha^{-1} respectively.

Its specific average weight is 83 kg hL^{-1} exceeding 8 units the required hectolitre weight for durum wheat in the highest degree established by regulation NMX-FF-036-1996, which regulates wheat marketing nationally (DGN 1996), that establishes a minimum of 74 kg hL^{-1} for quality grade Mexico 1. Under management conditions with normal irrigation, the thousand kernel weight ranged from 43.3 to 53 g depending on planting date. Both hectolitre weight and grain size are indicators of high yield of semolina and a favorable relationship between semolina and bran (INTA, 1999).

This factor is probably more important for the extraction of semolina than flour, because large grains should give higher yields of coarse semolina, although the validity of these parameters to predict semolina yield is affected by the heterogeneity of grain size, presence of yellow belly and grain shape. Protein content in the grain is strongly associated with a vitreous appearance and hard texture. Baroyeca Oro C2013 produces a high percentage of vitreous grains (Figure 2), this attributes and protein content are the main factors that determine the value of durum wheat. The pastas and noodles industry requires protein concentrations of 13% in grain to ensure at least a percentage of 12% in semolina and pasta (Clarcke, 2000). Baroyeca Oro C2013, averaged 12.1% in grain protein and this value is about 1% lower than CIRNO C2008 (13.1%).

El color amarillo ámbar brillante y uniforme, sin trazas de gris o rojo, es otro parámetro de importancia en las sémolas. El color de las pastas está dado por las propiedades intrínsecas del grano y es debido a la combinación de dos componentes: amarillo y marrón. El primero está en función del contenido de componentes carotenoides (carotenos y xantofilas), mientras que el indeseable color marrón se atribuye a las peroxidasas y polifenoloxidasas que contiene el grano (INTA, 1999). Un buen índice de color en sémola es un b> 24 del Colorimetro Minolta (Zorzetto, 2008). Con un valor promedio de b de 30.2 Baroyeca Oro C2013, superó 21.9 del testigo CIRNO C2008.

Conclusiones

En todos los ciclos de evaluación Baroyeca Oro C2013 mostró reacción de resistencia a las razas del hongo causante de la roya de la hoja (*Puccinia triticina*) prevalecientes en el sur de Sonora, al igual que el testigo CIRNO C2008. En cuanto al carbón parcial del grano, Baroyeca Oro C2013 ha presentado una reacción de moderada resistencia, similar a la del testigo CIRNO C2008, aún bajo condiciones de fuerte presión mediante inoculación artificial.

Agradecimientos

Los autores(as), agradecen al CONACYT por el financiamiento otorgado a través del proyecto Núm. 000000000146788 y al Dr. Karim Ammar, Jefe del Programa de Mejoramiento de Trigo Cristalino, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), quien proporcionó las líneas avanzadas de donde se originó la variedad Baroyeca Oro C2013. También el apoyo del personal técnico del Programa de Mejoramiento Genético de Trigo del Campo Experimental Norman E. Borlaug.



Figura 2. Baroyeca Oro C2013 (derecha) con grano más vítreo que CIRNO C2008 (izquierda).
Figure 2. Baroyeca Oro C2013 (right) with more vitreous grain than CIRNO C2008 (left).

The yellow amber bright and uniform color, with no trace of gray or red, is another important parameter in semolina. Pasta color is given by the intrinsic properties of the grain and is due to the combination of two components: yellow and brown. The first is in function of carotenoids content (carotenes and xanthophylls), while the undesirable brown color is attributed to polyphenol oxidases and peroxidases that grains contain (INTA, 1999). Good color index in semolina is b> 24 from Minolta Colorimeter (Zorzetto, 2008). Baroyeca Oro C2013 had an average value of b of 30.2, exceeding CIRNO C2008 with 21.9.

Conclusions

In all evaluation cycles Baroyeca Oro C2013 showed resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) prevalent in southern Sonora, like the control CIRNO C2008. Regarding carnal bunt Baroyeca Oro C2013 had moderate resistance, similar to that from control CIRNO C2008, even under strong pressure conditions by artificial inoculation.

End of the English version



Literatura citada

Clarke, J. M. 2000. Improvement of durum wheat grain quality: Breeding. De “durum wheat, semolina and pasta quality”. Ed. Abecassis, J., Autran, J. C. and Feillet, P. INRA editions. Montpellier. France. 99 p.

Dirección General de Normas (DGN). 1996. Norma Mexicana NMX-FF-036-1996. Productos alimenticios no industrializados. Cereales Trigo. (*Triticum aestivum* L. y *Triticum durum* Desf.). Especificaciones y métodos de prueba. 11 p.

INTA 1999. Trigo candeal, criterios para la evaluación de la calidad. Miscelanea Núm. 2. Buenos Aires Argentina. 23 p.

INTA 2001. Trigo candeal. Manual técnico. Chacra Experimental Integrada Barrow (convenio MAGyAL-INTA). 98 p.

Rao, A. C. S.; Smith, J. L.; Jandhyala, V. K.; Papendick, R. I. and Parr, J. F. 1993. Cultivar and climatic effects on protein content of soft white winter wheat. Agron. J. 85:1023-1028.

Unión Internacional para la Producción de las Obtenciones Vegetales (UPOV). 1988. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) 34 p.

Zorzetto, M. 2008. Pata e grano di qualita. un rapporto dificile. Pasta and Pastai. 69:3.